

PROPUESTA DE UN TRABLERO DE CONTROL PARA LA IMPLMENTACION DEL PROGRAMA DE CONTROL DE EFLUENTES INDUSTRIALES DE LA EAB-ESP MEDIANTE LA APLICACIÓN OPERATIONS DASHBOARD FOR ACGIS

PROPOSAL OF A CONTROL BOARD FOR THE IMPLEMENTING OF THE PROGRAM CONTROL OF INDUSTRIAL EFFLUENT OF THE EAB-ESP BY THE APPLICATION OPERATIONS DASHBOARD FOR ARCGIS

Wilber Andrés Lombana Martínez
Administrador Ambiental
alombanam@gmail.com

Universidad Militar Nueva Granada
Facultad de Ingeniería
Especialización en Geomática

Abril de 2014

RESUMEN

La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB-ESP, en el marco de las obligaciones y compromisos derivados del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 1433 de 2004, formuló en el año 2010 el Programa de Control de Efluentes Industriales PEI, definido como el conjunto de actividades ordenadas y coordinadas, de carácter cíclico a partir de las cuales se busca prevenir y minimizar las afectaciones al sistema de alcantarillado, los sistemas de tratamiento y sus componentes, causadas por vertimientos de las industrias, los establecimientos comerciales, de servicios e institucionales.

Uno de los objetivos del PEI, es prevenir los daños a la tubería, estructuras y sistemas de tratamiento del sistema de alcantarillado, para lo

cual se requiere la identificación de los usuarios que se encuentren realizando descargas en caudales superiores a los máximos establecidos o que contengan sustancias de interés sanitario en concentraciones superiores a las contempladas en la Resolución 3957 de 2009, o las normas que lo complementen, adicionen, modifiquen o sustituyan.

Con el fin de alcanzar esta identificación, dentro del PEI, se propone realizar una priorización de usuarios, utilizando como criterio de selección las averías de las redes de alcantarillado, según este criterio se priorizarán aquellos usuarios que se ubiquen en sectores que presenten constantes problemas en las redes del sistema; posteriormente, en los sectores priorizados se llevarán a cabo inspecciones con el fin de determinar si las industrias cuentan con los sistemas de tratamiento que permitan realizar las descargas al sistema de alcantarillado, en las

condiciones establecidas en la normatividad vigente.

Con el fin de realizar un seguimiento a este procedimiento, se elaborará un tablero de control mediante la aplicación Operations Dashboard for Arcgis, mediante la cual se cuente con información en tiempo real que facilite la toma de decisiones en el marco del Programa de Control de Efluentes Industriales.

ABSTRACT

The Company Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB- ESP, under the obligations and commitments under the Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV , established by the Ministry of Environment and Sustainable Development by Resolution 1433 of 2004 made in 2010 the program Control of the Industrial Effluent PEI , defined as the set of ordered and coordinated activities cyclical from which it seeks to prevent and minimize the damages to the sewage system , treatment systems and components caused by discharges from industries, commercial, service and institutional establishments.

One of the goals of the PEI, is to prevent damage to the pipe, structures and systems of sewerage treatment system, for which the identification of users who are doing discharges in excess of the maximum set flow rates required or containing substances of health concern at concentrations higher than those envisaged in Resolution 3957 of 2009 , or the rules that complement , add to it, modify or replace .

In order to achieve this identification , within the PEI, plans a prioritization of users, using as selection criteria breakdowns sewage networks , according to this criterion users who are located in areas that are constant problems will be prioritized networks sewer system later in priority sectors carry out inspections in order to determine whether the industries have treatment systems that allow for discharges to the sewer system under the conditions established in the current regulations .

In order to track this procedure, a control panel shall be prepared by the Operations Dashboard for Arcgis application by which this information is available in real time to facilitate decision -making in the framework of Effluent Control industrial.

INTRODUCCIÓN

La Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB- ESP, es la prestadora de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo en la Ciudad de Bogotá, actualmente cuenta con aproximadamente un millón setecientos mil usuarios.

Dentro de los servicios públicos prestados por la Empresa, se encuentra el servicio de alcantarillado, el cual corresponde al proceso de captación, conducción, tratamiento y disposición final de los residuos líquidos generados por los usuarios de la Empresa, tanto del sector residencial, como del sector comercial e industrial.

Con la prestación del servicio de alcantarillado, la EAB-ESP afronta una problemática constante, generada por el uso indebido del sistema de alcantarillado por parte de los usuarios, debido a la disposición de residuos sólidos en la red, o la descarga de vertimientos que no cumplen con los parámetros mínimos establecidos en la normatividad vigente, situación que ocasiona continuos taponamiento o averías de la red matriz de alcantarillado.

Esta situación, aunada a la expedición constante de normatividad por parte de las autoridades ambientales, mediante la cual se exige que la EAB-ESP en calidad de prestador público del servicio de alcantarillado, debe asegurar que los vertimientos descargados al sistema de alcantarillado cumplan con los parámetros definidos en la normatividad, llevaron a la Empresa a la formulación del Programa de Control de Efluentes Industriales PEI, mediante el cual se pretende prevenir y minimizar las afectaciones al sistema de alcantarillado y los sistemas de tratamiento.

Teniendo en cuenta que una de las estrategias definidas dentro del PEI, corresponde a la identificación de usuarios que se encuentren realizando uso indebido del sistema de alcantarillado, a través del siguiente trabajo, se pretende contribuir a alcanzar este objetivo, mediante la utilización de herramientas que permitan la priorización de los sectores a evaluar, mediante la georeferenciación de los puntos en los que durante el año 2013 la Empresa adelantó actividades para atender los

taponamientos reportados por los usuarios, de forma tal que se pueda dar inicio a las actividades de verificación de las condiciones de vertimiento por parte de los usuarios industriales.

Adicionalmente, mediante la elaboración un tablero de control con el cual se realice en tiempo real, el control de las actividades de atención de taponamientos y verificación de condiciones de vertimientos, en el marco del Programa de Control de Efluentes Industriales de la EAB-ESP, se podrá realizar un análisis de la efectividad de la implementación del PEI, con lo cual se contribuye a agilizar el proceso de toma de decisiones al respecto.

Para tal fin, se utilizará el Software especializado ArcGis y su complemento ArcGis Online con sus correspondientes aplicaciones.

1. ANTECEDENTES

1.1. Atención de averías en el Sistema de Alcantarillado por parte de la EAB-ESP.

Actualmente, la EAB-ESP como Empresa encargada de prestar el servicio público de alcantarillado, tiene la competencia de realizar el mantenimiento de los diferentes componentes de la red, para tal fin, pone a disposición de los usuarios la línea 116, mediante la cual recibe llamadas en las cuales se reportan problemáticas que indican una avería en la red, esta información es almacenada en el sistema SAP/R3, sistema comercial del cual dispone la Empresa, en este sistema se asigna un número de servicio denominado

Aviso, el cual se traslada a la división operativa que se encargará de atender la solicitud.

Con el aviso correspondiente, la división operativa procede a asignar un equipo de trabajo que se dirige hasta la ubicación correspondiente y verifica la situación de la red, y dependiendo del tipo de avería encontrada, procede a ejecutar las actividades que permitan que el servicio de alcantarillado se continúe prestando con normalidad.

Una vez que se ha concluido la actividad y se comprueba que el sistema de alcantarillado opera normalmente, el operario procede a reportar vía radio a la central sobre las actividades desarrolladas y el tipo de trabajo realizado, es decir, indicar si se trató de un sondeo, una limpieza, un mantenimiento o si se requiere un mantenimiento, esta información es almacenada en el Sistema SAP R/3 y se procede al cierre del Aviso correspondiente.

Una de las desventajas de la forma en la que lleva a cabo esta operación, corresponde a que al momento de realizar el reporte por parte del operario, suelen cometerse algunos errores de digitación, con lo cual, en algunas ocasiones se pierden datos que podrían ser valiosos al momento de realizar seguimiento a las actividades realizadas.

1.2. Sistemas de Información Geográfica.

Los Sistemas de Información Geográfica SIG, fueron desarrollados en los años 60, con el fin de atender las necesidades de contar con

información geográfica en los escritorios de las oficinas para desarrollar múltiples operaciones y análisis de información, un SIG proporciona en esencia un almacenamiento coherente de información espacial, que puede ser actualizada o manipulada con el mínimo esfuerzo.

Con este contexto, y gracias a los avances tecnológicos de los SIG, se ha facilitado que cada vez un mayor número de procesos de diferentes campos de estudio, puedan ser apoyados por un SIG, que permite entre otras cosas, agilizar procesos, realizar análisis con mayor precisión, realizar proyecciones que contribuyen a la toma de decisiones, así como hacer seguimiento a actividades y proyectos.

Con el desarrollo del presente trabajo, se pretende aprovechar las capacidades de un Sistema de Información Geográfica, con el fin de diseñar una herramienta que permita hacer seguimiento a la implementación del Programa de Control de Efluentes Industriales PEI, formulado por la EAB-ESP.

1.3. Computación en la nube

Si bien es cierto, el auge de los servicios informáticos se ha dado en los últimos 20 años, la computación en la nube no es un término novedoso, ya desde el año 1961 John McCarthy quien fuera el responsable de introducir el término de inteligencia artificial, durante un discurso para celebrar el centenario del MIT, fue el primero en sugerir públicamente que la tecnología de tiempo compartido (Time-Sharing) de las computadoras

podría conducir a un futuro donde el poder del cómputo e incluso aplicaciones específicas podrían venderse como un servicio (tal como el agua o la electricidad).¹

Sin embargo, no fue sino hasta 1999 cuando la empresa Salesforce introdujo el concepto de poner a disposición de sus clientes aplicaciones empresariales a través de una página web, cuando empezó a concebirse de una manera más clara el concepto de computación en la nube, este esfuerzo fue seguido por Amazon, cuando en el año 2002 lanzó Amazon Web Service, y posteriormente en el año 2006 el gigante tecnológico Google puso a disposición de sus usuarios Google Docs, con lo cual se afianzó y popularizó la computación en la nube o cloud computing.

Como era de esperarse, con este concepto afianzado, cada vez se ofrecen un mayor número de servicios y aplicaciones con estas características, e incluso se llegó al concepto de SaaS o software como servicio, que consiste básicamente en aprovechar el concepto de computación en la nube para ofrecer la posibilidad de rentar o usar un software alojado en la nube, el cual puede ser ejecutado sin necesidad de ser instalado en los equipos de cómputo.

Bajo este concepto la firma ESRI, propietaria y desarrolladora del software ArcGis, ha puesto a disposición de sus usuarios ArcGis Online que es definido como un

gestor de contenido colaborativo, basado en tecnología *cloud*, para mapas, aplicaciones, datos y cualquier tipo de información geoespacial.²

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la Ciudad de Bogotá D.C. en las Localidades de Fontibón, Puente Aranda, Teusaquillo, Antonio Nariño, Los Mártires, Santa Fe, y La Candelaria de la Ciudad de Bogotá correspondientes a la Zona 3, de acuerdo a la zonificación realizada por la EAB-ESP.



Figura No 1 Área de Estudio

¹ <http://www.fayerwayer.com/2012/01/el-origen-de-el-computo-en-la-nube/>

2. DATOS UTILIZADOS

Para la elaboración del tablero de control se utiliza la relación de reportes de taponamiento del sistema de alcantarillado en la Zona 3 durante el año 2013, información registrada en el sistema SAP/R3, sistema comercial de propiedad de la EAB-ESP.

Adicionalmente se utilizan archivos en formato shp correspondientes a malla vial y Uso del Suelo de la Ciudad de Bogotá, información perteneciente al Sistema de Información Geográfica de la EAB-ESP.

3. PROCEDIMIENTO

3.1 Georeferenciación

Cada vez que un usuario reporta la existencia de una avería en el sistema de alcantarillado, la información es registrada en el sistema comercial SAP/R3, en la cual se registra un código de llamada, el nombre del usuario, su número telefónico y la dirección correspondiente, posteriormente, cuando se atiende la solicitud, los operarios encargados corregir el taponamiento o avería informan la fecha de atención y la causa de la avería, es decir, identifican los elementos que ocasionaron el taponamiento o avería.

Teniendo en cuenta que en este caso, tan solo se contaba con las direcciones correspondientes, se procedió mediante el software ArcGis a georeferenciar cada una de las direcciones, con el fin de espacializar los puntos antes indicados.

Para lo cual se utilizó la herramienta Geocodificación, a la cual se agregó el localizador de direcciones disponible en el Sistema de Información Geográfica de la EAB-ESP, con lo que se obtiene un archivo en formato .shp que contiene puntos con sus correspondientes coordenadas, las cuales corresponden a las direcciones relacionadas en el Sistema de Información SAP/R3 de la EAB-ESP, que a su vez hacen referencia a los taponamientos del sistema de alcantarillado atendidos por la Gerencia de Zona 3 durante el año 2013.

3.2 Definición de densidad de puntos.

Una vez que se cuenta con la espacialización de los puntos correspondiente a los taponamientos del sistema de alcantarillado, con el fin de priorizar los sectores que serán objeto de verificación, se requiere determinar las zonas en las cuales se presenta la mayor concentración de taponamientos, con este fin, se utiliza la herramienta de geoprocetamiento de ArcGis denominada Point Density, la cual calcula una magnitud por unidad de área a partir de entidades de puntos que se encuentran dentro de una vecindad alrededor de cada celda.

En este caso, en ArcToolbox se ubican las herramientas de análisis espacial, dentro de las cuales se seleccionan las herramientas de densidad, para ejecutar finalmente la herramienta de Densidad de Puntos, con lo que se obtiene un archivo en formato .shp, el cual define polígonos

identificados por diferentes colores, que definen el nivel de concentración de puntos, de esta forma es posible tener una vista espacializada de las zonas donde se presenta mayor concentración de puntos, con lo cual se procede a realizar la priorización correspondiente.

3.3 Estructuración de bases de datos geográficas.

Teniendo en cuenta que con el presente trabajo se pretende elaborar una tablero de control, con el fin de efectuar seguimiento a la ejecución del Programa de Control de Efluentes Industriales PEI de la EAB-ESP, dentro de las sugerencias para el cargue de información en la plataforma ArcGis Online, se encuentra que los datos deben ser almacenados en una Geodatabase, para lo cual, se procede a través del software ArcCatalog a la estructuración una File Geodatabase que se ha denominado como Tablero_Control.gdb, la cual contendrá un Feature Dataset denominado Información, el cual, a su vez, contará con dos Feature Class denominados Atención_Taponamientos y Visitas_Verificación.

El Feature Class Atención_Taponamientos, alojará la información correspondiente a los datos diligenciados por el personal operativo encargado de atender una queja por taponamiento del sistema de alcantarillado, entre tanto el Feature Class Visitas_Verificación almacenará la información que se capturará por parte del equipo de trabajo que realizará las visitas de verificación de las condiciones en las

que se realiza la descarga de vertimientos al sistema de alcantarillado, para este último Feature Class se tuvo en cuenta el formato definido dentro del PEI por parte de la EAB-ESP.

Estos Feature Class son compartidos como un servicio en la plataforma ArcGis Online utilizando el software ArcMap mediante la opción File – Share As – Service, con lo cual se consigue que estos Feature Class estén disponibles para la creación de un nuevo mapa en dicha plataforma.

Una vez cargada esta información en la plataforma, se procede a la creación de un nuevo mapa, el cual se publicará como un servicio y quedará disponible para proceder a su visualización desde las diferentes aplicaciones disponibles en la plataforma.

3.4 Definición de tablero de control para el proceso de limpieza o reparación del sistema de alcantarillado.

El tablero de control se realizó mediante la ejecución de la aplicación denominada Operations Dashboard, que hace parte del paquete de aplicaciones compatibles con ArcGis Online, la cual puede ser encontrada en el siguiente enlace <http://doc.arcgis.com/es/operations-dashboard/>, esta aplicación dispone de una serie de widgets predeterminados, que permiten realizar diferentes tipos de análisis y manejo de información, con lo cual es posible efectuar actividades de seguimiento y control de operaciones.

Posteriormente, y con el fin de complementar el tablero de control, se procede a la descarga de la aplicación Collector, la cual se encuentra disponible para tabletas o teléfonos inteligentes, con esta aplicación es posible la captura de información en terreno, la cual será agregada de manera inmediata al mapa que hace parte del tablero de control, y la cual, de acuerdo a los widgets configurados, podrá ser analizada en tiempo real.

Una vez se ha descargado la aplicación se procede a la elaboración del tablero del control, esto se logra mediante el cargue del mapa publicado y la adición de widgets que permiten realizar diferentes operaciones.

4. RESULTADOS

4.1 Georeferenciación

Luego de realizar la georeferenciación a partir de la relación de servicios atendidos por la Gerencia Zona 3 durante el año 2013, se obtuvieron en total 2.252 puntos, de los cuales, el software logró asignar coordenadas a 1.961 puntos, los restantes 291 datos no pudieron ser georeferenciados, debido que al momento de transcribir la información en el Sistema SAP/R3 se cometieron errores de digitación en la estructura de la dirección correspondiente.

Una vez concluida la georeferenciación, se obtuvo una nube de puntos como se observa en la figura No 2.

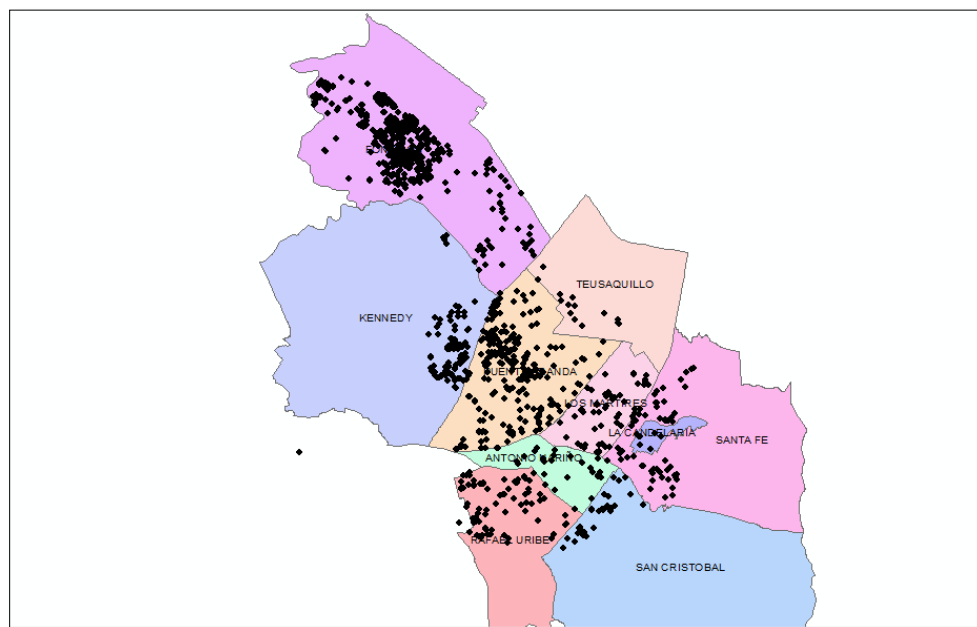


Figura No 2 Georeferenciación toponomias Zona 3 para el año 2013

En la figura No 2 podemos observar la ubicación de los puntos a lo largo del área que comprende la Gerencia Zona 3, compuesta por las localidades de Fontibón, Puente

Aranda, Teusaquillo, Antonio Nariño, Los Mártires, Santa Fe, y La Candelaria.

4.2 Densidad de Puntos

Mediante la aplicación de la herramienta Densidad de Puntos, se obtuvo como resultado, que la mayor

densidad de puntos se presenta en la localidad de Fontibón, como se observa en la siguiente figura.

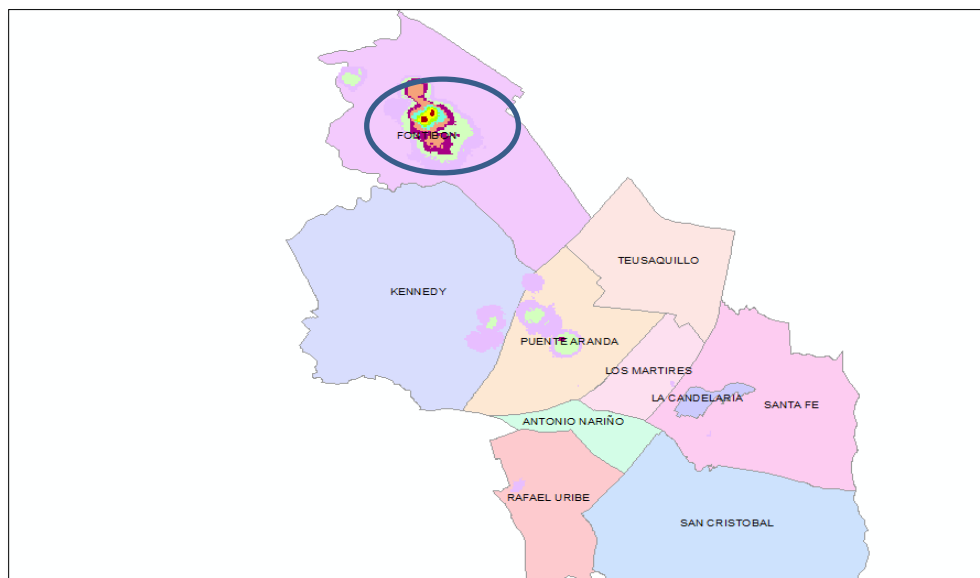


Figura No 3 Densidad de puntos de servicios atendidos durante el año 2013

Como se observa en la figura, los tonos de color marrón y amarillo indican la mayor concentración de puntos, la cual, para el caso de los datos estudiados, se concentran en la localidad de Fontibón.

Para tener algunos parámetros de análisis adicionales, se realizó un cruce de información con la capa correspondiente a usos de suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial definidos mediante Decreto Distrital 190 de 2004, con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados.

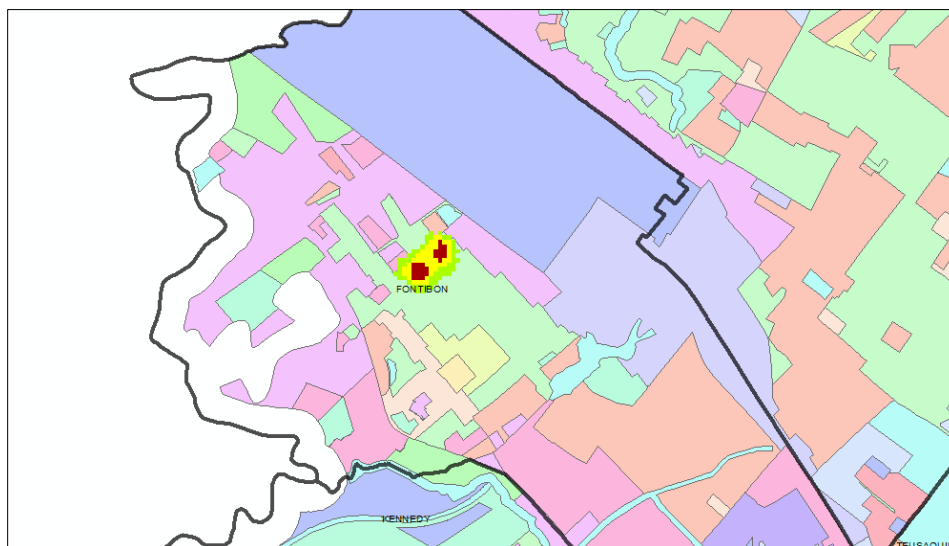


Figura No 4 Densidad de puntos localidad de Fontibón

En este caso, llama la atención, como se observa en la figura No 4 que la mayor densidad de puntos se ubica en un área que de acuerdo a la definición de usos de suelo establecidas en el POT, corresponde a Áreas de Actividad Residencial, lo cual podría indicar que en dicha zona se está llevando a cabo un uso indebido del suelo.

Conforme a lo anterior, es posible definir una priorización para realizar

la verificación en las industrias que se ubican en la localidad de Fontibón, en los barrios Versalles y Belén.

4.3 Base de Datos

Luego de definir los Feature Class Atención_Taponamientos, y Visitas_Verificación, se obtuvo una File Geodatabase con la estructura que se observa en la imagen No 5.

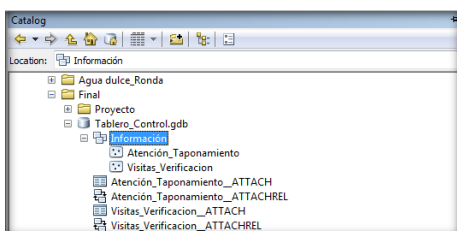


Figura No 5 Estructura de Geodatabase

Como se observa, para cada uno de los Feature Class se habilitó la opción de agregar archivos adjuntos, lo cual permitirá que al momento de capturar

información sea posible agregar una fotografía que servirá como información adicional para el control de las actividades desarrolladas en ejecución del PEI de la EAB_ESP.

Posteriormente, se procede a cargar la información en la plataforma ArcGis Online, información que queda disponible como un servicio como se observa en la figura No 6.



Figura No 6 Bases de datos disponibles como servicios en ArcGIS Online

Con esta información, se procede a la creación del mapa en la plataforma

ArcGIS Online, el cual tiene el aspecto que se observa en la figura No 7.

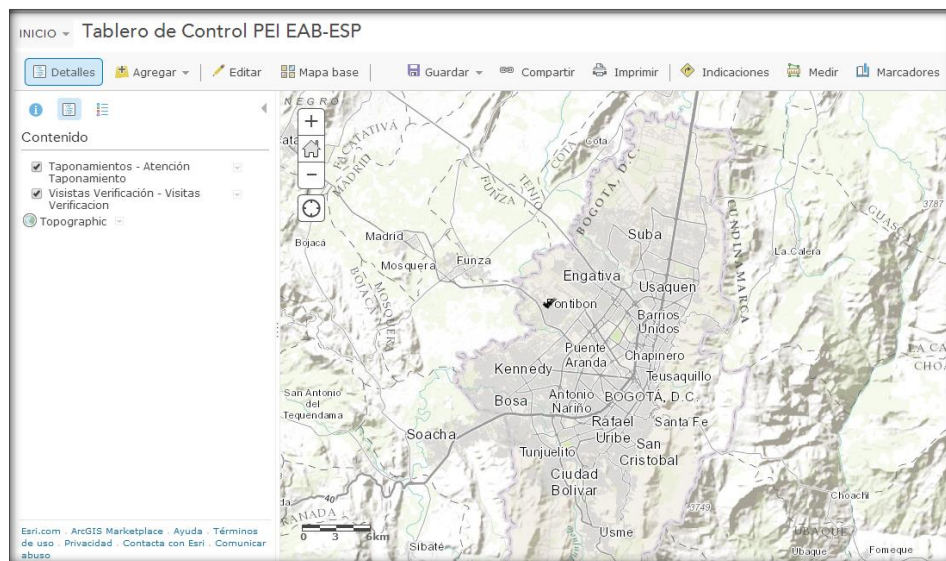


Figura No 7 Visor de mapa en ArcGIS Online

Con el mapa creado y publicado en la plataforma, se procede a la generación del tablero de control, mediante la aplicación Operations Dashboard.

4.4 Tablero de Control.

Mediante la ejecución de la aplicación Operations Dashboard se carga el primer widget que corresponde al mapa publicado en ArcGIS Online, correspondiente al mapa de la Ciudad

de Bogotá, luego se procedió a agregar un widget correspondiente a consulta, tomando como base la información del Feature Class denominado

Atención_Taponamientos, y se realiza una consulta con el campo Tipo de Servicio, con lo cual, al momento de cargar la información se podrá conocer el tipo de servicio que se ha prestado, es decir si se trata de un sondeo, una limpieza, un mantenimiento o una reparación. De

la misma forma se procede a agregar una consulta con la información del Feature Class Visitas_Verificación, con lo cual es posible conocer si los usuarios industriales visitados cuentan con algún tipo de pretratamiento de sus vertimientos.

Por último, se configura un widget de gráfico circular tomando información del Feature Class Visitas_Verificación, con el cual se pretende tener información gráfica sobre la cantidad de industrias visitadas en las cuales se identificaron conexiones erradas.

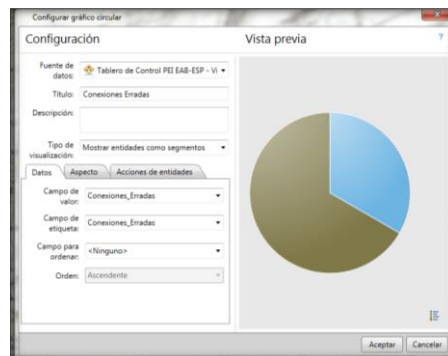
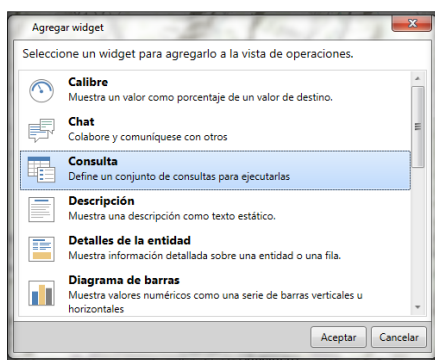


Figura No 8 Configuración de Widgets

Una vez configurados los widgets se procede a la configuración de la vista del tablero de control, es importante resaltar que de acuerdo a la información existente, y dependiendo de las necesidades de la Empresa, es

posible configurar más widgets o realizar por separado tableros de control para actividades específicas, en la imagen No 9 puede observarse la vista del tablero de control final.

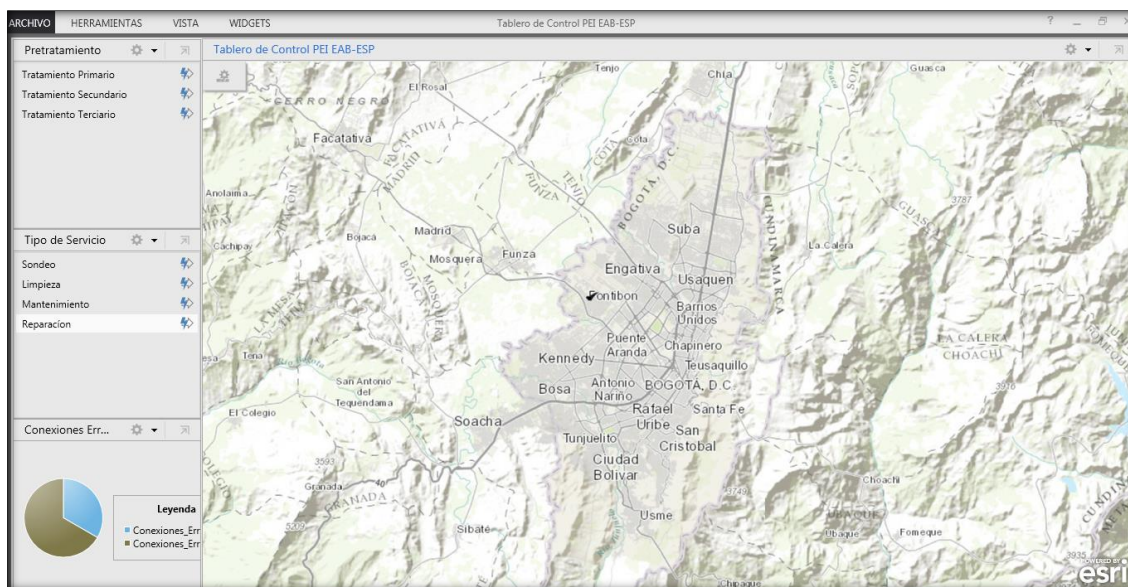


Figura No 9 Vista Tablero de Control en Operations Dashboard.

4.5 Captura de Información

Por último, con la configuración de la aplicación Collector for ArcGis, se cuenta con la herramienta mediante la cual se podrá capturar la información en campo, y la cual será la información analizada mediante el tablero de control, en la figura número 10 se puede observar el formulario

que podrá ser diligenciado por los operarios en cada uno de los casos, tanto en la atención de los taponamiento del sistema de alcantarillado, como en las visitas de inspección a los usuarios industriales, estos formularios contiene la información que fue definida en la creación de los Feature Class de la Geodatabase.

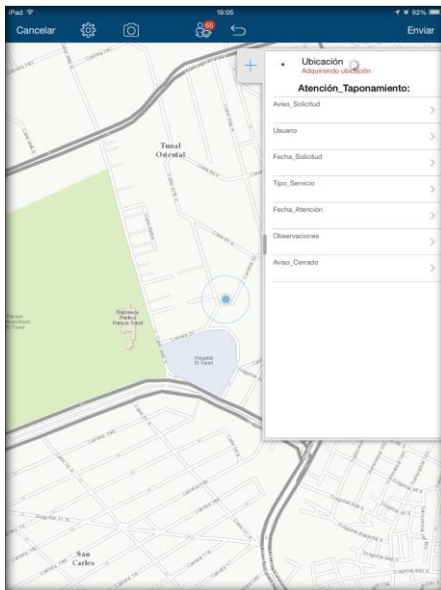
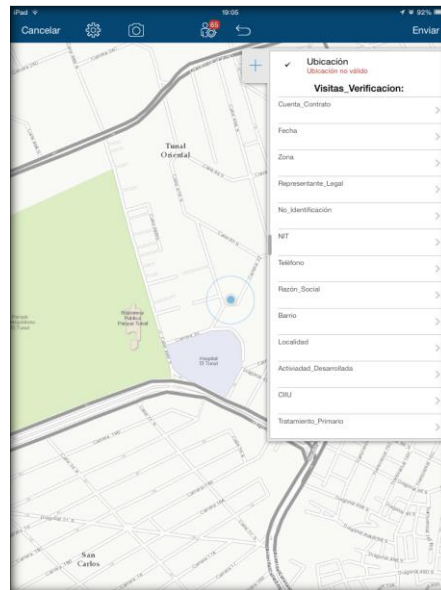


Figura No 10 Vista de Collector for Arcgis



Como se observa en la figura anterior, el GPS del dispositivo móvil me permite asignar la ubicación exacta del sitio inspeccionado, con lo cual se cargan en la base de datos las coordenadas precisas del sitio.

cargados en el formulario, la información es almacenada y remitida al mapa publicado en ArcGIS Online, con lo cual, se tiene un control en tiempo real de las operaciones realizadas.

De igual forma se despliega el formulario en el cual se ingresará la información de interés, con lo que se reduce la posibilidad de cometer errores en la transcripción de los datos, una vez los datos son

A continuación se presentan algunas vistas de la información capturada a través de un dispositivo móvil y remitida a la publicación de ArcGIS Online.

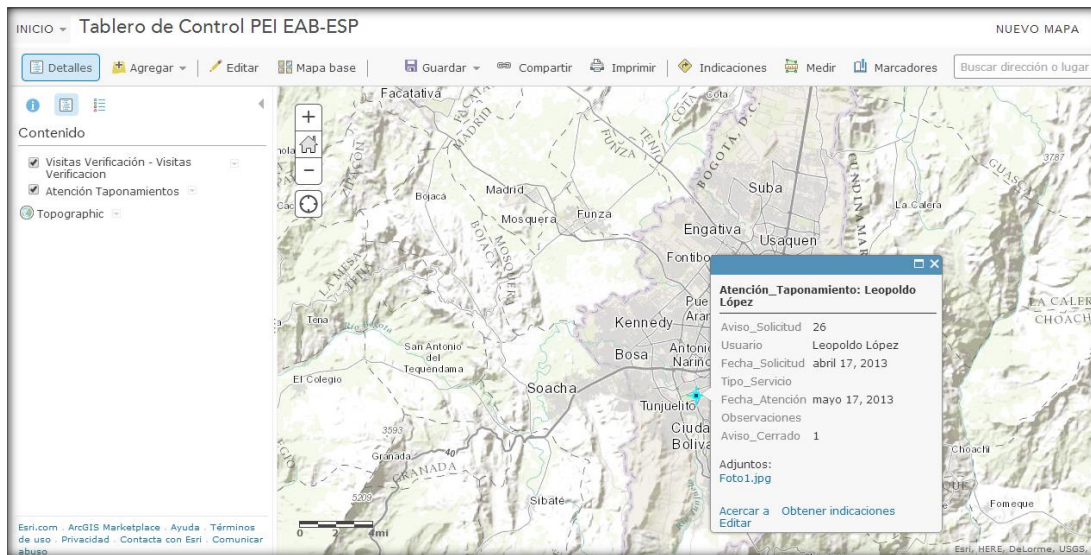


Figura No 11 Vista del dato capturado desde ArcGis Online

Como se observa en la figura No 11 una vez la información es capturada mediante el dispositivo móvil y enviada, en el mapa publicado en ArcGis Online se ubica el punto y se

registra la información en la base de datos, posteriormente se procede a realizar la consulta en el tablero de control diseñado, con lo cual se puede tener las siguientes figuras.

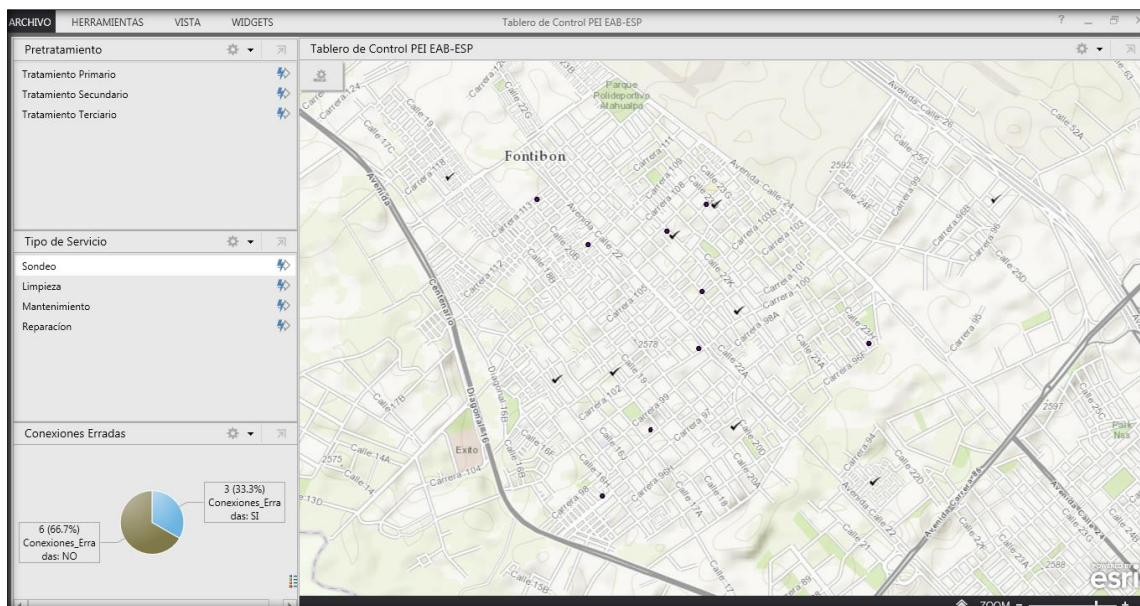


Figura No 12 Vista tablero de control

Como se observa en la figura No 12, la información capturada mediante el dispositivo móvil se ve reflejada en el mapa, los puntos corresponden a los taponamientos y el símbolo de

verificación corresponde a las vivistas de verificación realizadas.

Para efectos del presente trabajo se configuraron tres widgets, dos

consultas correspondientes la primera al tipo de pretratamiento encontrado en las industrias, la segunda corresponde al tipo de servicio prestado durante la atención del taponamiento.

Por último encontramos una gráfica que nos indica en cuantas de las industrias se encontraron conexiones erradas, como se observa en la siguiente figura.

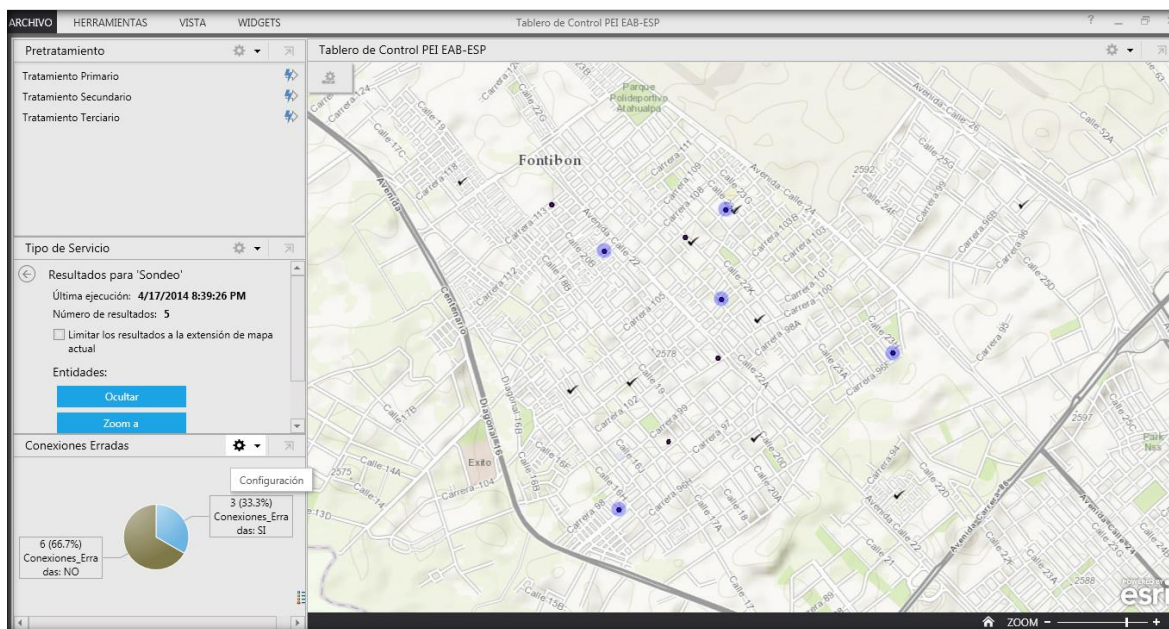


Figura No 13 Vista de la ejecución de widgets en el Tablero de Control

Como se observa en la figura 13, al momento de realizar la consulta respecto del servicio prestado durante la atención del taponamiento del servicio de alcantarillado, en el mapa se iluminan los puntos en los que se realizó un sondeo, de igual forma se puede observar, que para el caso de las conexiones erradas, el tablero de control indica que el 33% de los usuarios visitados actualmente tienen conexiones erradas.

Como se mencionó anteriormente, para efectos del presente trabajo fueron configurados los widgets antes descrito, sin embargo, de acuerdo a las necesidades de análisis de la Empresa, es posible configurar tantos widgets y tableros de control como se considere necesario.

5. CONCLUSIONES

A nivel general es posible concluir, que la evolución de los sistemas de información geográfica está orientada a facilitar la interacción de los usuarios con los SIG, de forma tal que cada vez más profesionales de diferentes áreas del conocimiento, puedan acceder a información geográfica e integrarla a su campo de acción, con el fin de efectuar diferentes actividades tales como análisis, interpretación, proyección y toma de decisiones con un mayor soporte.

De otra parte, el desarrollo de aplicaciones compatibles con

dispositivos móviles genera nuevas posibilidades para la generación y almacenamiento de información, ya que de esta forma es posible capturar información estructurada, que reduce el nivel de error en cuanto a la ubicación geográfica, gracias a los dispositivos GPS integrados a los dispositivos móviles, y tal vez, lo más importante, ofrece la posibilidad de realizar captura, almacenamiento y análisis de información en tiempo real, lo que contribuye de gran forma a la toma de decisiones.

ArcGis Online corresponde a un exponente del concepto de SaaS o Software como Servicio, toda vez que es posible acceder a la potencia de un software como ArcGis, sin necesidad de instalar o descargar ningún tipo de programa en nuestro ordenador.

En lo que respecta al caso específico de la ejecución del PEI de la EAB-ESP, mediante la adopción del tablero de control, como primera media, es posible reducir de manera significativa los errores en la captura de información de los servicios prestados, situación que puede favorecer entre otras, la elaboración de informes de gestión, así como la planificación de actividades y recursos orientados a mejorar la prestación del servicio público de alcantarillado.

De acuerdo a los resultados obtenidos, es posible afirmar que la adopción de un tablero de control para la ejecución del PEI, contribuirá a agilizar la obtención de información que permita la identificación de usuarios que se encuentren infringiendo la normatividad vigente

de vertimientos, con lo cual se cumplirá uno de los objetivos fundamentales de dicho programa.

6. AGRADECIMIENTOS

A la Gerencia Zona 3 y la Dirección de Saneamiento Ambiental de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB-ESP por facilitar la información con la cual se realizó el presente trabajo, al Ingeniero Yull Fernando Salcedo docente de la especialización en Geomática de la UMNG por su colaboración y disposición, a Alexandra y Camila por su apoyo y comprensión.

BIBLIOGRAFÍA

- [1 E. Chuvieco, Fundamentos de] Teledetección Espacial, Madrid, España, 1995.
- [2 J. C. Escamilla, «Cloud-fi,» 2012.] [En línea]. Available: <http://cloud-fi.blogspot.com/2012/11/antecedentes-cloudcomputing-no-es-un.html>. [Último acceso: Abril 2014].
- [3 Esri, «ArcGis,» Esri, 2014. [En] línea]. Available: www.arcgis.com. [Último acceso: 14 Abril 2014].
- [4 G. Heterodoxo, «fayerwayer,»] 2012. [En línea]. Available: <http://www.fayerwayer.com/2012/01/el-origen-de-el-computo-en-la-nube/>. [Último acceso: Abril 2014].
- [5 Antek S.A., «Proyecto Piloto PEI e Implementación del Decreto

] 3930,» Bogotá, 2012.

[6 Corporación Bioparque,
] «Formulación, estructuración y lineamientos de implementación del Programa de Efluentes Industriales de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB - ESP,» Bogotá, 2012.

[7 Secretaria Distrital de Ambiente,
] Acueducto de Bogotá EAAB-ESP, IX fase del programa de seguimiento y monitoreo de efluentes industriales y afluentes al recurso hídrico de Bogotá, Bogotá, 2012.